

LERNINHALTE AUKOM STUFE 1

BASIS

- Zielgruppe: Fertigungsmesstechniker
- Voraussetzungen: Keine
- Lernziele: Das Seminar legt und festigt fertigungsmesstechnisches Basiswissen für Anfänger und fortgeschrittene Messtechniker nach den modernsten didaktischen Erkenntnissen. Vermittelt wird neuestes Wissen zum Thema Maßtolerierung, Programmiergrundlagen, Messablaufplanung sowie der zum Einsatz kommenden Maschinen- und Sensortechnik. Das bessere Verständnis der Messaufgaben und Einflussgrößen versetzt den Messtechniker in die Lage, Messunsicherheiten zu reduzieren und damit Messergebnisse zuverlässiger und vergleichbarer zu machen. Die Minimierung von Kosten und Ausschuss wird unterstützt.
- Kursdauer: 5-8 Tage, je nach Vorwissenstand
- Abschluss: Prüfung, Zertifikat

1 Einheiten

SI-Einheiten inkl. Definition und Geschichte, Basisgrößen, abgeleitete Größen, Vorsätze der Einheiten, Winkel, Umrechnung Grad in Radiant, konventionelle Mess- und Prüfmittel

2 Koordinatensysteme

(Mathematische) Zeichenebene, Ursprung, kartesische Koordinaten, Rechte-Hand-Regel, Translation und Rotation, Polarkoordinaten, Zylinder- und Kugelkoordinatensystem

3 Koordinatenmessgeräte

Geschichte der Koordinatenmessgeräte, Achsenführung, Messrechner und Messsoftware, Werkstückaufnahme, Drehtisch, Dreh-Schwenk-Einrichtung, Ausleger-/ Brücken-/ Ständer-/ Portalbauart, Unterschiede der Bauarten, Genauigkeit und Präzision der Koordinatenmessgeräte, rechnerische Korrektur, Formprüfgeräte

4 Sensoren von Koordinatenmessgeräten

Sensorenauswahl, schaltende und messende Messkopfsysteme, Taster, Tasterwechseleinrichtung, optische Sensoren, Bildverarbeitungssensoren, Lasertriangulation

5 Messtechnische Grundlagen

Zeichnungseintrag (Bemaßung, Toleranzsymbole), Normenbezug, Unterschiede Nenngeometrieelement – Wirkliches Geometrieelement – Erfasstes Geometrieelement – Zugeordnetes Geometrieelement, Freiformflächen

6 Maßtolerierung

Maßtoleranzen, Taylorscher Grundsatz, Normen, Symbole und Zeichnungseintragungen, Längenmaße, Winkelmaße, Grenzmaße und Passungen, ISO-Passungssystem, Allgemeintoleranzen

7 Geometrische Elemente

Standardgeometrieelemente: Ebene/ Zylinder/ Kegel/ Kugel/ Gerade/ Kreis/ Punkt, Ellipse, Vektor, Normalenvektor, Mindestpunktanzahl, Projektion

8 Geometrische Verknüpfungen

Berechnen von Merkmalen aus zwei Geometrieelementen (Abstand und Winkel), Berechnen von neuen Geometrieelementen aus zwei Geometrieelementen (Schnitt, Symmetrie), Berechnen von neuen Geometrieelementen aus mehreren Geometrieelementen (Verbindungselemente)

9 Vorbereiten einer Messung am Koordinatenmessgerät

Normgerechte Temperatur, Werkstück reinigen, temperieren, fixieren (Verspannung vermeiden), Spannsysteme, Messgerät und Software starten

10 Sensoren auswählen und einmessen

Sensoren auswählen, Sensor/Taster einmessen, Sensorversatz bei Multisensorsystemen, Referenztaster, Kugelnorm, Tastkugelradiuskorrektur, mechanische Filterwirkung bei taktilen Sensoren, Strukturauflösung bei optischen Sensoren, Folgefehler bei ungenauem Einmessen

11 Messen mit dem Koordinatenmessgerät

Werkstückkoordinatensystem ermitteln, Unterschied zu Steuerkoordinatensystem, Grob- und Feinausrichtung, Antasten, Bezüge, Kollisionskonsequenzen, Antastpunktanzahl und -verteilung, Einflüsse auf Messergebnis

12 Messung auswerten und Statistik

Ausgleichsverfahren Gauß / Hüll / Pferch / Tschebyscheff, ISO 1101, ISO 14405 und ASME, Modifizierer-Symbole nach ISO, Kennwerte: Mittelwert, Standardabweichung, Median, Spannweite/Range, Ausreißer, Streuung, Histogrammdarstellung

13 Prüfplanung

Vollständig beschriebenes Prüfmerkmal Zweck der Messung, Fertigung des Bauteils, Funktion des Bauteils, Art der Merkmale / Objektbeurteilung, Fertigungsarten und Genauigkeiten sowie Gestaltabweichungen, Auswirkungen der Gestaltabweichungen auf die Messtechnik, Prüfplanung, Prüfmerkmale identifizieren

14 Dokumentation und Qualitätsmanagement

Messprotokollierung, Nachvollziehbarkeit, Messstrategiedokumentation, Qualitätsregelkarten, Zusammenarbeit Konstruktion – Fertigung – Prüfung

LERNINHALTE AUKOM STUFE 2

KMT

- Zielgruppe: Fertigungsmesstechniker
- Voraussetzungen: Bestandene Prüfung AUKOM 1
- Lernziele: Das Seminar erweitert fertigungsmesstechnisches Basiswissen für fortgeschrittene Messtechniker nach den modernsten didaktischen Erkenntnissen. Vermittelt wird neustes Wissen zum Thema, Form- und Lagetolerierung, Prüfplaninterpretation, Programmierung, Überwachung, sowie der zum Einsatz kommenden Maschinen- und Sensor Technik. Das höhere Verständnis der Messaufgaben und Einflussgrößen versetzt den Messtechniker in die Lage, Messunsicherheiten zu reduzieren und damit Messergebnisse zuverlässiger und vergleichbarer zu machen. Die Minimierung von Kosten und Ausschuss wird unterstützt.
- Kursdauer: 5 Tage
- Abschluss: Prüfung, Zertifikat

1 Überblick über den gesamten Messablauf

Kurzwiederholung der Inhalte Stufe 1

2 Geometrie-Überblick

Standardgeometrieelemente, Flächen- und Raumpunkte, Stanzloch Langloch, Vierkant-/Sechskantloch, Kragenloch, Symmetrie, Lot, Parallelität, Winkel im Raum, Koordinatensystemtransformationen

3 Form- und Lagetolerierung

Einführung in die Form- und Lagetolerierung, Symbole und Zeichnungseintragungen (ISO und ASME), Formtoleranzen, Bezugskennzeichnung, Richtungs-, Orts-, und Lauftoleranzen, Unabhängigkeitsprinzip und Hüllbedingung, ASME-Regel #1

4 Messstrategie

Aufspannung und Bezüge festlegen (Praxisanleitungen), Bezugsreihenfolge und Nullpunktwahl, Iteratives Ausrichten, Ausrichten nach 3-2-1- und nach der Bestfit-Methode (3D-Einpassung), Messelemente und Hilfselemente, Netzmessungen, Konturmessungen, Messung mit Zylinder und Kragenflächen etc.

5 Antaststrategie - Taktile Sensoren

Antastpunktanzahl und -verteilung, Antastkraft und -geschwindigkeit, Taststiftbiegekorrektur, Tastkugeldurchmesser

6 Antaststrategie - Bildverarbeitende Sensoren

Arbeitsabstand, Im-Bild- und Am-Bild-Messung, Projektionsoptik, Konturbildverarbeitung, Schwellwertverfahren und Gradientenverfahren, Beleuchtungsstrategien, Filter, Scanning, Autofokus

7 Antaststrategie - Abstandssensoren

Antaststrategien, Lasertriangulation, Foucault-Sensor, Chromatischer Abberationssensor, Laserlichtschnittverfahren, Autofokus, Streifenprojektion, Photogrammetrie

8 Computertomographie

Physikalisches Prinzip, Am-Bild- und Im-Bild-Tomografie, Erstbemusterung, Abweichungen zur Sollgeometrie, Messen in Schnitten, Prüfen der Materialstruktur

9 CNC-Programmierung

Arten von CNC-Programmierung, Prinzipien der nachvollziehbaren Programmierung, Bedieneroberflächen, Parametrisierte Programmierung, genauigkeitsoptimierte und zeitoptimierte Messabläufe, Merkmalorientiertes Messen, Offline-Simulation von Kollisionen

10 Freiformflächen messen

Elementtypen in der Freiformflächenmesstechnik, Grundlagen, Messabläufe, Referenzierung und Antaststrategien

11 Auswerten

Auswertekriterien: Funktionsorientierte und fertigungsorientierte Auswerteverfahren, Ausgleichsverfahren (Berechnungsmethoden), Verknüpfungen, digitale Filterung, Protokollierung

12 Einflüsse auf das Messergebnis

Einflüsse auf das Messergebnis, Messunsicherheitsreduzierung, Erkennen und Reduzieren systematischer und zufälliger Einflüsse, Temperaturkompensation

13 Dokumentation

Prinzipien der dokumentierten und nachvollziehbaren Dokumentation, Formplots, Messprotokolle und deren Verbesserung, Dokumentation von Aufspannung, Sensorik, Werkstückposition, Messstrategie und Einmessung

14 Kultur des guten Messens

Messen ist wertschöpfend, Kultur des guten Messens, Notwendigkeit der Zusammenarbeit

LERNINHALTE AUKOM STUFE 3

KMT

- Zielgruppe: Fertigungsmesstechniker
- Voraussetzungen: Zertifikat AUKOM 2, Zertifikat AUKOM Form & Lage
- Lernziele: Das Seminar bietet übergreifendes fertigungsmesstechnisches Wissen für fortgeschrittene Messtechniker die an den Schnittstellen zu anderen Abteilungen arbeiten und gewinnbringend kommunizieren müssen. Das Seminar ist nach den modernsten didaktischen Erkenntnissen aufgebaut. Vermittelt wird neuestes Wissen zu funktions- und fertigungsgerechtem Messen, Filterung, Programmerstellung, Computertomographie, QM und Messraummanagement. Ganzheitlichen Verständnis der Messaufgaben und Einflussgrößen versetzt den Experten in die Lage, sicher mit abteilungsübergreifenden Stellen zu kommunizieren und Messunsicherheiten zu reduzieren, Messergebnisse werden zuverlässiger und vergleichbarer. Die Minimierung von Kosten und Ausschuss wird unterstützt.
- Kursdauer: 5 Tage
- Abschluss: Prüfung, Zertifikat

1 Vergleichbare und prüfgerechte Geometriespezifikation

Berechnung von Winkel, Schwerpunkt, Abstand, Fläche, kartesische Koordinaten und Polarkoordinaten, Grenzen der Hüll- und Pferchberechnung bei Segmenten kleiner 180° , Grenzen der Koaxialität bzw. der Konzentrizität und mögliche Alternativen, Kreissegmente, Balligkeit, funktions- und prüfgerechte Konstruktion, kostenreduzierende Konstruktion, Umgang mit uneindeutigen Zeichnungen, digitale Prüfplanung

2 Fertigungsorientierte Prüfung

Fertigungsarten und erreichbare Fertigungsgenauigkeiten, Gestaltabweichungen und deren Ursachen, Messen von Gestaltabweichungen

3 CAD-Grundlagenwissen

Prinzipien des Konstruierens und der Erstellung technischer Zeichnungen, Prinzipien und Werkzeuge der CAD-Konstruktion, Abbildung der Geometrie, Modellarten, Bemaßung der CAD-Daten, Import von CAD-Daten, Schnittstellen

4 Punktwolken und Reverse Engineering

Punktwolken, STL-Daten, Soll-Ist-Vergleiche, Grundlagen Reverse Engineering, Begriffsdefinitionen zu Reverse Engineering, Geometrieelemente durch Reverse Engineering erzeugen, Reverse Engineering in der Praxis, Datenformate

5 Automatisierte Messprogrammerstellung (PMI)

Arten der automatisierten Messprogrammerstellung, Vollparametrisierte Werkstücke, parametrisierbare Funktionsmerkmale, Werkstücke mit Product Manufacturing Information (PMI) "3D-Toleranzen", Aufgaben und Verantwortung des Messtechnikers bei der automatisierten Messprogrammerstellung

6 Digitales Filtern und Auswerten

Schwingungsanalyse, Fourier-Analyse, Digitale Filter, Hochpass, Tiefpass, Bandpass, Welligkeit, Rauheit, Gaußfilter, Spline-Filter, Mechanische Filter/Morphologische Filter, Ausreißerbetrachtung

7 Kommunikation

Kommunikative Praxis des Messtechnikers, wie funktioniert Kommunikation, Kulturelle Werte, positiv Formulieren, Vorteil-Nutzen-Argumentation

8 Sensorkompetenz

Planung von Messstrategien, Kriterien für die Gestaltung von Erfassungsstrategien, Kriterien für die Auswahl von Sensoren, Auswirkung unterschiedlicher Erfassungsstrategien auf das Messergebnis

9 Überwachung von KMG

Überwachung von KMG, Verfahren nach ISO 10360/VDI 2617, Einflussmöglichkeiten zur Optimierung der Leistungsfähigkeit der KMG, Prüfmittel, Prüfkörper, Endmaße, Normale, Annahmeprüfung, Bestätigungsprüfung, Kalibrierung, Prüfprozesseignung, Einfluss von Temperatur und Ausdehnungskoeffizienten

10 Messunsicherheit und Prüfprozesseignung

Bestimmen der Messunsicherheit von Prüfmerkmalen, Unsicherheitsbudget, Vergleich mit kalibrierten Werkstücken, Virtuelles KMG, ISO 14253, Konformität, Prüfprozesseignung, Messsystemanalysen und GR&R-Tests, Vergleich der Verfahren, VDA 5

11 Qualitätsmanagement

Normen des Qualitätsmanagements, Audit und Zertifizierung, Qualitätswerkzeuge, Fehlerentstehung und Fehlerbehebung, Optimierung der Qualitätskosten, Einfluss von Konstruktion und Prüfung auf die Qualitätskosten

12 Prozessüberwachung und Statistik

Prozessüberwachung, Statistische Prozesslenkung (SPC), cp-Werte, cpk-Werte, cm-Werte, cmk-Werte, Überwachungsstrategien und Qualitätsregelkarten, Einordnung der Eignungs- und Fähigkeitsuntersuchungen in den Gesamtprozess

13 Messraummanagement

Aspekte des ganzheitlichen Messraummanagements, Planen, Beschaffen und Betreiben von Messräumen, Arbeitsprozesse im Messraum, Werkzeuge und Methoden der Prozesssteuerung im Messraum, Personalauswahl, -qualifikation und -weiterentwicklung

14 Abschluss

Einflüsse auf das Messergebnis, Einfluss der Messunsicherheit auf Prozesskennwerte, Berufsbild Messtechniker

LERNINHALTE AUKOM FORM & LAGE

- Zielgruppe: Fertigungsmesstechniker, Fertigungstechniker, Entwickler, Konstrukteure, QS-Leiter
- Voraussetzungen: Für Fertigungsmesstechniker: Zertifikat AUKOM 2 empfohlen
Für andere Zielgruppen: keine
- Lernziele: Das Seminar bietet vertiefendes Wissen zum Thema Form & Lagetoleranzen nach DIN ISO und ASME für fortgeschrittene Messtechniker, die an den Schnittstellen zu anderen Abteilungen arbeiten und gewinnbringend kommunizieren müssen. Konstrukteure, Entwickler und Fertigungstechniker bekommen Einblick in das Thema Form und Lagetoleranzen aus der Sichtweise des Messtechnikers, der die Zeichnungsvorgaben erfolgreich messtechnisch umsetzen muss. Ganzheitlichen Verständnis der Messaufgaben und Einflussgrößen versetzt den Experten in die Lage, sicher mit abteilungsübergreifenden Stellen zu kommunizieren und Messunsicherheiten zu reduzieren, Messergebnisse werden zuverlässiger und vergleichbarer. Die Minimierung von Kosten und Ausschuss wird unterstützt.
- Kursdauer: 3 Tage
- Abschluss: Zertifikat

F&L-1 Grundlagen des ISO Systems der Geometrischen Produktspezifikation (GPS-System) Einführung

Grundsätze der Geometrischen Produktspezifikation nach ISO (GPS) und ASME

F&L-2 Funktion, Spezifikation, Verifikation, Begriffe

Funktion - Spezifikation, Toleranzzonen, Extraktion, Filterung, Assoziation, verkörperte und abgeleitete Geometrieelemente, Spezifikation - Verifikation

F&L-3 Formtoleranzen

Geradheit, Geradheit einer Achse/Mittellinie, Rundheit, Ebenheit, Zylindrizität, Profil einer Linie oder Fläche, Messen von Formabweichungen

F&L-4 Größenmaße und Winkel

Größenmaße, Maße und Formabweichungen, Spezifikation eines Größenmaßes nach ISO oder ASME, Winkeldefinitionen

F&L-5 Bezüge und Bezugssysteme

Notwendigkeit von Bezügen, Freiheitsgrade, Bezugssystem, gemeinsame Bezugselemente

F&L-6 Lagetoleranzen

Parallelität, Rechtwinkligkeit, Neigung, Position, Koaxialität, Symmetrie, Rundlauf, Planlauf, Lauf in vorgegebener Richtung, Gesamtlauflage, Lagetoleranzen bei abgeleiteten Geometrieelementen

F&L-7 Profiltoleranzen

Definitionen, Zeichnungseintragungen, Anwendungsbeispiele

F&L-8 Maximum-Material-Bedingung

Funktionaler Hintergrund, Symbolik, Prüfung nach der Maximum-Material-Bedingung (MMR), Bohrbilder/Lochmuster

F&L-9 Minimum-Material-Bedingung und Rezipititätsbedingung (ISO)

Funktionaler Hintergrund, Symbolik, Prüfung nach der LMR – Least Material Requirement (Minimum-Material-Bedingung), Bohrbilder/Lochmuster, Rezipititätsbedingung (ISO) und ASME-Alternativen

F&L-10 Verifikation

Funktionale Überlegungen und Fertigungsbedingungen, Default-Bestimmungen nach ISO und ASME, Beispiele und Übungen

Für weitere Informationen steht Ihnen die Aukom-Seite im Internet unter www.aukom.info zur Verfügung.